

國內外核能新聞

什麼是輻射？

側寫九十三年核安演習

核子技術
如何應用於煙霧偵檢器？

核能簡訊



核能簡訊雙月刊
第 91 期
十一月二十日出刊

出版單位／中華民國核能學會
財團法人核能資訊中心
地　　址／新竹市光復路二段一○一號
研發大樓一樓
電　　話／(03) 5711808
傳　　真／(03) 5725461
網　　址／http://www.ess.nthu.edu.tw/~nicenter
E-mail／nic@nicenter.twmail.net
發 行 人／朱鐵吉
編輯委員／鄭安弘、李錦田、林　英、林明雄
劉宏基、江祥輝、許志楧、開執中
謝瀛春、丁　幹、閻中原、李三剛
劉仁賢、翁寶山
主　　編／喻冀平
文　　編／鍾玉娟、翁明琪
美　　編／孫秀琴
編 印 者／信誠廣告事業有限公司
地　　址／台北市基隆路二段23號7樓之6

行政院新聞局出版事業登記號
局版臺誌字第 851 號
中華郵政中台字第 0797 號
執照登記為雜誌交寄

編者的話

一般大眾對於「放射性」與「輻射」這兩個名詞的瞭解與使用經常混淆不清，導致不必要的誤解與恐懼。朱鐵吉教授提筆為文，針對輻射與放射性分別設計出數項問與答，本期先刊出輻射部分的內容。讀者可藉此文釐清輻射究竟是什麼？和我們的生活又有什麼關連？

93年度的核安演習在9月22日至9月24日於核三廠熱烈展開，以「核能安全月」的方式擴大舉行。其中夜間消防演練是針對核三廠318事件所加入的測試項目，加上近年國際間非常重視的反恐訓練，以及國軍支援除污、大量輻傷病患救護、碘片發放等行動，充分顯示出核安管制單位能因應趨勢，適時調整演習內容；而核三廠與相關單位人員也能順應需求、訓練有素地達成任務。

可能大多數人不知道，家中天花板的煙霧偵檢器是運用放射性物質的特性，偵測出火災產生的煙霧顆粒，進而引發警報的設計。其實，核能除了可以發電之外，我們周遭還有許多運用原子能科技的用品，使現代生活變得便利又舒適，日後本刊將逐一報導。

國 內 新 聞

◆ 爲避免影響東北角海岸生態，在環保團體要求下，採取潛盾式設計的核四冷卻水出水口兩座海底隧道全長1330公尺已全部貫通，成爲全球海底隧道同時貫穿軟硬地質與剪裂帶首例。

總統府資政邱連輝日前到核四工地參觀，讚許榮民工程公司龍門分處工程團隊克服困難，順利完成核四潛盾式海底隧道，並允諾將建請陳水扁總統見證。

（93.10.11.中國時報）

◆ 爲避免對東北角養殖漁業造成衝擊，台電公司核四廠將冷卻水出水口利用海底隧道延伸到外海一千多公尺處排放溫水，但鹽寮反核自救會長吳文通指出，東北角沿海潮水迴流是從外海向內陸漂流，核四廠溫排水設計採遠洋排放，反而會使熱污染擴散到更大範圍。

負責核四出水口海底隧道工程設計施工的榮民工程公司龍門分處主任廖銘洋表示，依環保法規規定，因核能電廠溫排水造成的海洋水溫增加，在距離出水口500公尺處不得超過攝氏4度。核四廠潛盾式海底隧道設計經成功大學利用水工試驗評估，提升的水溫約3.2度左右，符合法規標準。

（93.10.12.中國時報）

◆ 由聯合國國際原子能總署（ＩＡＥＡ）推動的核能安全公約國家報告，預定在明年召開第三屆會議，我國在積極爭取加入簽約國失利後，轉向以雙邊合作的模式，近期內將與美簽署核能安全公約，互相交換審查國家報告，展現我國支持核能安全公約的誠意。

由於ＩＡＥＡ要求各簽約國必須在每屆的核能安全公約會議召開前半年提出國家報告，與其他國家互相交換審查，原子能委員會爲配合大會召開時程，在美國於本月初提出國家報告後，我方也透過網路公布我國首版核能安全公約國家報告。

（93.10.18.中國時報）

◆ 中央研究院生物多樣性研究中心與國家高速網路及計算中心等單位合作，成功打造全球首套「水下監測系統」，相關研究人員昨天舉行發表會。未來水下調查珊瑚產卵生態，只要坐在顯示器前就能掌控一切。

這套系統分別設在核三廠南灣入水口7-8米深水域，每套機組由3部攝影機組成。台電已計畫將及時影像傳送至後壁湖南部地區展示館，若一切順利，明年開館後，國人就可在館內遙望海底風光。

（93.10.24.自由時報）

◆ 京都議定書將在明年1月30日生效，台灣雖非簽署國，不過，政府相關部門評估我國很可能被列入下一波溫室氣體減量目標。我國溫室氣體排放總量占1%，名列全球第22名。

（93.10.28.民生報）

◆ 國內低放射性廢棄物最終處置場選址時程已延宕多年，經濟部將重啓爐灶，成立放



射性廢棄物最終處置場址的評選小組，自11月開始運作，計畫在明年5月前評選出3處場址，進行環境影響評估；也決定將放射性廢棄物最終處置場址的回饋金額，由原規畫的30億元提高至50億元。

經濟部政務次長陳瑞隆表示，只要「低放射性廢棄物最終處置設施場址選定條例」獲立院通過後，這個小組即可銜接依選址條例規定成立選址委員會。雖然早年台電曾經列舉十多個適合作爲放射性廢棄物處置場址，但隨著時空變化，據了解，經濟部這次成立放射性廢棄物選址小組將「從零開始」。

（93.11.01.中國時報）

國外新聞

第4代核反應器設計通過

核子法規委員會對AP1000核反應器設計進行安全評估後，終於核准這項設計。這是第4座獲得這項核准的第3代核反應器，也是第1座第3+核反應器。這對西屋公司在中國、歐洲和美國促銷此型核反應器是劑強心針。經公眾評論之後，美國最後的設計執照可能要遲至2005年才發放。這座1100百萬瓦AP1000核反應器有被動式安全系統，60年的壽命期，而且比已獲核准的AP600還大。它代表1300 人年與耗資4.4億美元的設計和測試計畫。研發成本估計每千瓦1200美元，模組設計將使建造時間減至36個月。

美國的電力公司收回用過核燃料貯存費

Exelon電力公司與美國司法部達成協議，得以取回3億美元的用過核燃料貯存費用，因爲能源部未能依約接收用過核燃料，按約定，能源部應從1998年開始至2010年執行用過核燃料的收取和貯存。協議涵蓋Exelon公司全部17座核反應器，貯存費取自稅金，而非用戶支付的240億美元非核子廢棄物基金。其他電力公司也在控告聯邦政府，希望獲得同樣的結果，數以億計的美元牽涉其中。

核子營運成本升高

美國核能電廠的平均營運成本在2003年升高到1.75美分/度（從2002年的1.69美分/度）。這有一部分反映過去3年投資約10億美元於美國核能的安全措施。但火力電廠的燃料成本卻大幅增加，使2003年核能的競爭力相對改善。

Exelon公司在稍早宣布亮麗的財務成果時指出，該公司占總裝置容量40%的17座核反應器是關鍵。它的5座雙機組電廠是美國成本最低的廠。該公司自1997年以來核子營運成本降低47%，在那段期間，更換燃料計畫停機的期間降至1/3。

USEC申請營建離心濃縮廠

USEC 爲它在俄亥俄州皮克頓投注15億美元的氣體離心廠，向核子管制委員會申請建造及營運。該廠將設在能源部在八O年代測試廠的樸資茅斯廠原廠址，當時樸資茅斯



廠執行一項非常重要的研發計畫，動用1300部離心機。USEC的樸資茅斯廠如今已關閉，但皮克頓也是其串級先導示範廠廠址。預計該大型離心廠自2010年初期年產能為250萬次分離(SWU)，但在申請書上多報為700萬次分離量，以容許擴充的空間。申請項目包括濃縮鈾235至10%的授權。其他濃縮廠僅濃縮5%鈾235產品，這已成為目前嚴重的限制，導致核反應器燃料燃耗增加。

英國政府重提建立核能電廠

近來一連串的演說和宣布似乎預告著，英國政府核能政策將出現遲來低調的轉變。在新一波颶風襲擊加勒比亞海之際，英國總理說，全球暖化事實上是地球面臨的最嚴重挑戰，他決心使這個議題成為八大工業國的主要國際議題，特別是針對美國和俄羅斯。美俄兩國與英國不同，正傾全力提升核能的角色。他還要印度和中國大陸允諾對付全球暖化的問題 — 實際上，中印兩國預定在2020年將核能發電實績擴充四倍。那時，再生能源中心主席費爾斯呼籲提高核電的實際性，並指出政治人物「希望再生能源『能避免能源不足』，根本是『一廂情願的想法』」。他表示：「拿再生能源和核電來比較，彷彿它們是替代策略，是不智之舉。現在是做出痛苦決定的時機…我們現在應該開始建造新的核能電廠。」

貿易和工業部告訴部會首長，如果英國希望能達到減少60%溫室效應氣體的目標，那麼到2050年，核電必須足以供應英國半數的電力， 雖然這絕不意味要放棄再生能源。英國泰晤士報指出，首相演說的主要合理意涵是，建造核能電廠，甚至準備在必要時予以補貼。報導還表示風輪機每年獲得3億英磅的補助，— 「是財政部歷來核准的最無意義的投資」。如果全球溫室效應是真正的威脅，則核電是「目前唯一能防止它的技術…其他都是空談。」

歐洲共同體重提安全與廢棄物方案

歐洲共同體在先前版本未能得到足夠支持後，再接再厲，提出核子安全與放射性廢棄物管理說帖的更新版。歐洲共同體支持歐盟廣泛一致的安全標準，並且想使每個國家有義務在截止期限內，擬訂最後的廢棄物管理計畫。它表示，有關這些事務的國際協議不足以採取行動，具有約束力的歐盟法案有其必要。

瑞典核反應器加強

佛斯馬克核能電廠第3號機加裝3部新的低壓汽輪機，使電輸出增加30百萬瓦電，達到1185百萬瓦電輸出，預期在未來至少20年，將提升營運的可靠性。這座核反應器是瑞典11座中最新的一座，於1985年開始運轉。

英國準備對付遺留的放射性廢棄物

隨著英國能源法案2004成立，為建立核設施除役管理局提供法律架構，注意力轉移到資助清除遺留的放射性廢棄物上。連續3年每年20億英磅的初步預算如今已經定案，逾半數來自貿易工業部，差額將來自中央政府補貼，及核電商轉的收入。政府還宣布，預計在2010年前，英國半數核能電廠將基於競標發包。部會首長希望到2010年，能減少總債務10％，同時每年



達致償債2％的效率。

英國研究恐怖攻擊

英國國會科學和技術辦公室完成一份報告，內容提到核設施面對恐怖攻擊時的脆弱性，及遭到攻擊的可能結果。已出版的摘要只涵蓋非機密性的資訊。關於核反應器方面，現有有關核意外的詳細條款是主要的安全規範，但用過核燃料貯存、運送，和再處理廠也在考慮之列。摘要指出，特定設施的堅固與否列爲機密，公開的資訊仍然不足以對任何攻擊的結果作出結論。不過，除了可能的老舊核反應器之外，現有的設計規範和工程品質提供相當的安全保證。

中國大陸證實將建造6座新反應器

中共國務院正式核准在臨高、三門和陽江建造新的核能電廠，總計達1,5000百萬瓦。預計一旦廠址的執照問題解決，國務院將核准在秦山建造另一座核能電廠。臨高二期工程將仿照目前已在當地營運的 935百萬瓦法馬通-ANP 雙機組。三門和陽江核能電廠的1000或更大機組將開放對外國招標，這些機組是像西屋AP1000或Areva較大的法馬通-ANP EPR機組－3組在三門，6組在陽江（總共 6000-9000百萬瓦），要分3期建造。

加拿大和中國大陸簽署評估新核反應器的協議

加拿大原子能公司（AECL）與中國大陸國家核子安全管理局和核子安全中心簽署協議，將評估AECL進步型Candu核反應器（ACR）的安全。這些將使ACR成爲對中國大陸可行性最高的外國核反應器。AECL過去兩年在中國大陸秦山，以低於預算的金額，提早建成兩座Candu-6機組。

日立開發新的進步型核反應器

日立公司繼推出大型進步型沸水核反應器（ABWR）之後，又完成另三座同型一1350百萬瓦的600、900和1700百萬瓦機組的系統設計。較小的機組將模組化以減低成本。預計ABWR-600需要34個月建造 － 比1350百萬瓦機組的工期要少很多。第一座ABWR是東京電力公司(Tepco)的柏崎刈羽(Kashiwazaki-Kariwa)廠的6號機和7號機，這些是於1996-98年開始。另外中部電力公司(Chubu)的濱岡(Hamaoka)5號機在2004年開始營運。東京電力公司的機組由美國奇異、東芝和日立的合夥事業建造。另外3座ABWR，包括在日本的志賀(Shika)2號機和在台灣的龍門1號機和2號機正在建造中。

日本核能電廠意外

日本美濱(Mihama)核能電廠第3號機汽輪機廠房的二次冷卻管破裂，導致4名包工喪生，7人因蒸汽燙傷，其中1人後來死亡，該廠有一座28年歷史的壓水式核反應器，這座核反應器自動關閉。當地的國際核子事件評量等級是0+。事發時沒有放射線外洩。

發生這起意外之後，關西(Kansai)電力公司隨即關閉所有11座核子反應器，以檢查汽輪機廠房裡的管線。每一座核反應器將關閉約兩個星期，整個檢查程序將持續至9月底，但重新開放將延後實施，關閉行動總共涉及9300百萬瓦電力淨損。核子工業安全署（NISA）的命令，要求所有電力公司檢查他



們的電廠，包括傳統電廠的汽輪機廠。美濱電廠(Mihama) 560 mm管線破裂，使牆壁受侵蝕到只剩原來厚度的20％以下。

類似的致命意外曾於1986年發生在美國Surry-2核能電廠，起因於管線受侵蝕變薄。NISA說，日本核能電廠曾發生過9起類似的管線破裂事件，其他電廠發生過7起。NISA還指出，日本1466座火力電廠中，有802座的管線厚度從來未徹底檢查。

加拿大評估核廢棄物

加拿大核廢棄物管理組織發布，調查加拿大人對管理用過核燃料態度的報告。這項研究發現，加國人希望負起責任，並且現在就對他們使用的核廢棄物採取行動。不過，他們想要保留選擇權給未來的世代，去使用或處理這些物料。他們還希望政府的控制能夠透明化。

加拿大對能源進行民意調查

繼大停電後及安大略省考量電力供應到2007年會短缺5000到7000百萬瓦之際，加拿大和安大略省發布5月和6月對能源－尤其是核電進行的民意調查結果。安大略省只有43%（全國有59%）的人相信電力供應足夠。大部分的人希望電力的來源是更為多元。全國有75%的人視核電為理所當然的能源選項，但安大略省有88%認同核電。1/3的安大略省居民和57%的全國民眾支持核能電廠的升級和現代化。半數安大略省居民支持建造新的核能電廠。安大略省支持核電的人大幅增加，但全國支持度過去兩年維持不變。

兩項針對發電成本的主要研究

美國芝加哥大學在能源部的資助下，發表新的研究報告，比較未來美國核能與火力發電成本的電力平準價格。報告中涵蓋若干核電增建的可能性，有關ABWR和AP1000，基於隔夜投資成本1200美元到1500美元/度、60年壽期、5年建造工期和90%妥善率，得到平均成本為4.3到5.0美分/度。火力電廠成本隨燃料價格而左右，燃煤電廠為3.5/4.1美分/度，燃氣電廠為3.5到4.5美分/度。

美國和俄羅斯預見「新核能時代」

美國和俄羅斯主要核能研究中心的16位負責人共同針對政府領袖發表宣言，積極替核電發展計畫擬出大綱。他們預見未來使用的進步型核反應器，不僅將更能完全利用可裂材料，還能謹慎控制燃料循環以降低核擴散和恐怖活動的風險。新核能時代的驅動，不僅能顧及全球能源的需求，也能兼顧石化燃料的枯竭及氣候變遷的問題。

核燃料循環除涉及再處理之外，還要維持防止核擴散，並且使化石燃料供應得以延續一千年以上。「在這個系統下的可外銷核反應器，到本世紀末，將能以現有核反應器系統的兩倍效率，供應全球逾半的電力，全球海水淡化需求，及大部分的氫需求」，同時能減少廢棄物。

（以上新聞譯自澳洲UIC。因本刊篇幅有限，部分國外新聞將在網站中刊登，網址：http://ess.nthu.edu.tw/~nicenter）

什麼是輻射？

朱鐵吉

社會上因某種用法的錯誤，有時會引起意想不到的問題。術語的使用方法也不例外，由於術語的誤用，有時也會產生社會的混亂。「放射性」和「輻射」這兩個術語的使用不當便是個很好的例子。

「放射性」（日語爲放射能）和「輻射」或稱「放射線」（放射線一詞源自於日語）。在大眾媒體中，這兩個術語經常混淆使用。要說是任其亂用而無人過問，這並不過份。長此以往，很有可能造成社會上的混亂。

社會上常把「放射性」和「輻射」當作同一術語來用，但是在表示強烈恐怖感時，「輻射」比「放射性」更常用。那麼這兩個術語的眞正含意是什麼呢？

爲了說明「放射性」和「輻射」的完整觀念，設計了幾個問答題逐一解答說明。以下先就輻射部分加以解釋：

問1、輻射究竟是什麼東西？

答：要說它是東西，輻射並不是東西（物體），可以理解爲「它是眼睛看不見，具有很強能量的光之類的東西」。

圖1表示電磁波的種類，名稱與頻率的關係。在電磁波當中，頻率最低的稱爲電波，頻率最高的稱爲γ射線（加馬輻射）。可見光是人類眼睛能感受到的電磁波。頻率是用以表示振動的快慢。電磁波的頻率是電場和磁場的振動方向在一秒鐘內變換的次數，換句話說，表示一秒鐘內振動的次數。所以，電磁波的能量隨其頻率的增高而增大。

電磁波有長波，調幅（AM）廣播用的中波，短波，調頻（FM）廣播或電視用的超短波（VHF，very high frequency），微波爐或電視用的極短波（UHF, ultra high frequency）。極短波也叫做微波。電磁波的傳播速度與光速相等，是個常量（等於30萬公里/秒）。電磁波的波長（從一個波的波峰到下一個波的波峰之間的長度）隨頻率的增高而變短。

比電波的頻率更高的，換句話說，能量更高的有紅外線和紫外線。紅外線可使皮膚有熱感，紫外線是可使皮膚變黑的電磁波。能量再高的電磁波就是x射線和γ射

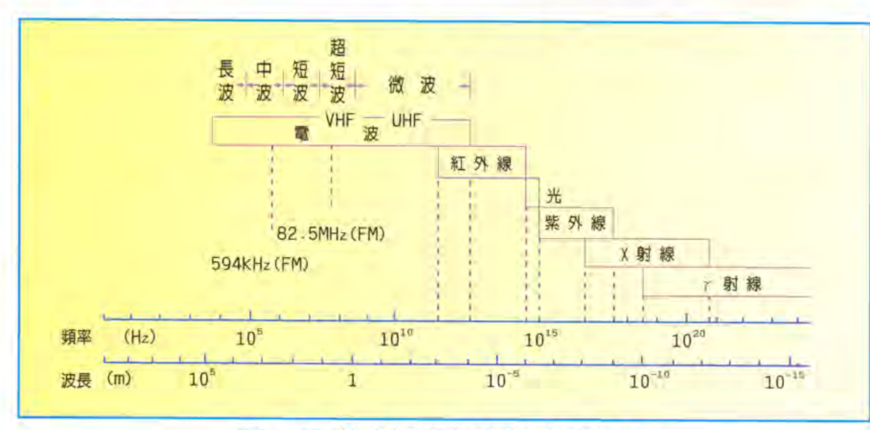


圖1. 電磁波的種類與頻率的關係



線。電磁波向四面八方輻射出去，廣義地說，從電波到γ射線的電磁波都稱爲輻射，而通常（狹義的）所稱的輻射是指高能的x射線和γ射線。換言之，電波、紅外線、紫外線和輻射都是同一類型，只是能量高低不同而已。

表1.輻射的種類

電磁輻射	x射線和γ射線
粒子輻射	α射線、β射線、電子輻射、中子輻射等

問2、 輻射有幾種？

答：輻射除上述的x射線和γ射線外，還有α射線、β射線、宇宙射線、電子輻射等多種。其中α射線是高速（高能量）的氦離子流；β射線和電子輻射是高能的電子流。表1所列出的是將α射線、β射線、電子輻射、中子輻射等稱爲粒子輻射，而把前面講到的x射線和γ射線稱爲電磁輻射。

問3、 輻射是怎樣產生的？它從何而來？

答：請看表2。首先，α射線、β射線和γ射線是從鐳那樣的放射性物質放射出來的。而像鐳那樣能放射出輻射的物質稱爲放射性物質。（學術上稱放射性同位素）。英文的「放射」、「鐳」和「放射性同位素」都有共同的詞頭「radio」，同出自一個詞源。放射性物質不時地放出輻射，即使將放射性物質敲碎，或者加熱、冷卻，仍然會不停地放射出輻射。

在含鐳溫泉中，由於溶解有少量的放射性物質，我們若浸入溫泉，身體便受到從

表2.輻射的來源

α、β、γ射線	放射性物質（如鐳、鈷等）
宇宙射線	宇宙中的外星體
x射線、電子輻射	人造射源（如x射線裝置、加速器等）

鐳放射出來的輻射照射。

還有，輻射中的宇宙射線從表面上來看，它是來自宇宙間的星體，日日夜夜不停地射到地面上。顯然，我們人類自古以來都一直受到宇宙射線的照射。

此外，輻射中的x射線和電子輻射，還可以人造地用輻射發生裝置來產生。這種輻射稱爲人造輻射。醫療用的x射線以及從電視機屏內側漏出的少量x射線是由電力產生的。這一點與電爐或電熱器產生的紅外線是類似的。因此，一旦將輻射發生裝置的電源開關切斷，輻射當然就沒有了。人造輻射還可通過調整施加於發生裝置上的電壓來調節它的能量。

問4、輻射的能量究竟是怎麼回事？

答：輻射的能量，依照輻射的種類，其含意是不同的。x射線和γ射線這類電磁輻射，如前所述，其能量隨頻率的增高（即



運用輻射的特性進行醫療檢驗



隨波長之減短）而增大。而 α 射線、β 射線、電子輻射和中子輻射這一類粒子輻射，其速度大，能量也大。

由輻射發生裝置得到的人造輻射（電子輻射、x射線等）能量依賴於施加在裝置上的電壓。例如在電子輻射發生裝置上加上1MV的電壓，就可得到最大能量為1MeV的電子輻射。電子伏（eV）是用於原子或分子世界的能量單位。

與此相反，由放射物質放出的輻射（α 射線、β 射線、γ 射線）的能量依賴於各自的放射性物質的種類。例如，鈷60這種放射性物質放射的 γ 射線為1.17MeV和1.33MeV兩種能量；碳14這種放射性物質放射出0.15MeV的 β 射線。

表3.輻射的性質與作用

1. 穿透作用
2. 游離作用
3. 熱作用
4. 膠片感光作用
5. 螢光作用

問5、輻射具有什麼性質？它對物質產生什麼樣的作用？

答：輻射的性質與作用，如表3所列的5項，較具代表性的是下列兩項：

1. 具有貫穿物質的性質（穿透作用）
2. 當輻射通過物質時，具有使構成物質的原子、分子游離的作用。換言之，在物質中產生帶正電荷及負電荷的離子作用（游離作用）。

游離就是圍繞原子核旋轉的電子被擊出到外側，離開原子核束縛的現象，猶如圍繞太陽旋轉的行星離開太陽系一樣。因為電子離開了，故稱為游離。因輻射而產生游離的原子、分子成為正離子；而捕獲了電子的原子、分子成為負離子。

穿透作用和游離作用的大小隨輻射的種類（α 射線、β 射線、γ 射線或x射線）而有顯著差別。即使是同種輻射，依其能量也有差別。表4是 α 射線、β 射線和 γ 射線穿透力和游離本領的比較。α 射線的游離本領大，能使較多的原子、分子游離，因此消耗了較多的能量，其穿透力也就小了。與此相反，γ 射線的游離本領小，因此穿透就大。β 射線的穿透力和游離本領則在 α 射線和 γ 射線之間。

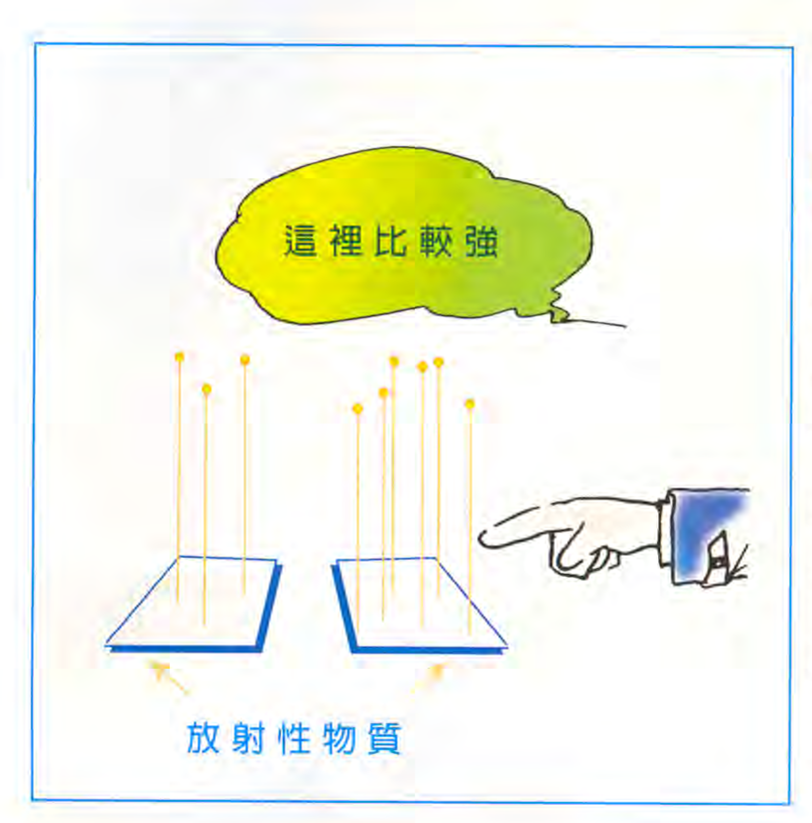
α 射線在空氣中的穿透力只有幾公分，一張紙就很容易把它擋住。β 射線在空氣中能穿透幾十公分到幾公尺，但數毫公尺（mm）的鋁板或1cm厚的塑膠板就能把它擋住。與此相反，γ 射線的穿透能力很強，要用相當厚的鉛板或混凝土進行防護（要使 γ 射線的強度降到原來的1/10，需要約4公分厚的鉛板或約20公分厚的混凝土）。

利用輻射穿透作用的例子，有x射線胸部透視檢查、γ 射線檢查船舶的焊縫或飛機發動機的缺陷等。穿透到物體內部的輻射強度隨穿透的厚度而減弱；物體的密度越大，減弱的越多。因此，如果測定透過後的輻射強度，就可以瞭解物體內部的缺陷或有無異

表4.輻射的穿透力和游離本領

輻射	穿透力	游離本領
α 射線	1	10^4
β 射線	10^2	10^2
γ 射線	10^4	1





物，以及異物的分布。

此外，輻射照射物質時，由於上述的游離作用，組成物質的原子、分子的電子被擊出到外側，原子、分子就被游離了，或者分子間的化學鍵被切斷。利用輻射的照射來促進化學反應，防止馬鈴薯發芽，對醫療器具（注射器、手術線等）進行滅菌，或破壞癌細胞等等，這些基本上都是靠游離作用。

除穿透作用和游離作用外，輻射的性質和作用還有如表3所示的，3.升高溫度的作用（熱作用），4.使膠片感光的作用，5.使夜光塗料發光的作用（螢光作用）等。微波、紅外線、紫外線也有一部分這些作用。微波的熱作用見於微波爐；紅外線的熱作用見於電熱器和電爐；光或紫外線的感光作用見於照相機的膠片感光；還可以見到其他各種應用實例。

問6、輻射的強度和輻射的量指的是什麼？

答：如前所述，由於輻射與光同屬一類，兩者之間可以作類似的考慮。輻射的強度與量可以與光的情況相同的方法來考慮。

首先，輻射的強度與光的照度相當，某點處的照度（表面的亮度）為1秒鐘內入射到1平方公分的表面上的光的量，以勒克司（lux）為單位。與此對應，某點處的輻射強度，用一定時間內每1克物質中因游離作用而產生的離子對總數表示。其單位通常採用戈雷/時（Gy/h）。以人體為特定對象時，採用西弗/時（Sv/h）。

在某點處，每1平方公分表面上，在一定時間內入射的輻射的數目越多，且輻射的能量越高，則該點處的輻射強度就越強。這裡所說的輻射數目，對粒子輻射係指其粒子的個數；對電磁輻射係指其光子的這種粒子的個數。

其次，輻射的量與光的光量相當。輻射的量稱為劑量。輻射強度越強，且照射的時間越長，當然受到的劑量就越多。

這個關係與日光浴時曝光量由紫外線的強度和照射時間的乘積來確定正好相似。

測量劑量的尺度採用戈雷（Gy）或西弗（Sv）單位

（本文作者為元培科學技術學院教授）



側寫九十三年核安演習

編輯室



國軍化學兵部隊全副武裝待命支援

核能安全月，全體總動員

民國93年9月22日至9月24日，位於屏東鎮恆春鎮的核三廠進行二年一度的廠外演習。由於核三廠曾於民國90年3月18日發生喪失廠外電源、電廠全黑的事故，因此本次演習特將此狀況列入演習項目，藉此展示318事故之後核三廠人員已可完全掌控類似情況。此外，於保安狀況中設計有偷渡客入侵，並於非常重要的海水泵室裝置爆裂物，以加強全球核能電廠均非常重視的反恐能力。

今年度的核安演習縱深擴大，採「核能安全月」方式進行。從8月30日至9月24日止，在核三廠緊急應變計畫區內進行。前二週著重於核安教育與民眾溝通；第三週是辦理各單位的勤前教育；第四週是正式開始核安演練。

核安演習的主辦單位－全國核子事故處理委員會也擴大民眾與緊急應變人員的碘片發放，同時預先為明年度正式發放至各家戶、由民眾自我保管的作業做暖身。

夜間消防演練，精彩逼真

以往的核安演習都有消防演練，作法大多是製造火勢強大的火災，再由核能電廠及鄰近的消防隊進行灌救。其實核能電廠即



消防人員奮力操演夜間消防、排煙工作



人員指揮車輛進入除污區





大量輻傷病患救護演練

使發生事故，也不會像原子彈一般發生爆炸與大火，因此，這次演習著重在廠房內火勢輕微，消防灑水系統啓動之後撲滅火苗，但是濃煙瀰漫。

由於安排演練的時間在晚上，模擬喪失廠外電源的假設之下，無照明、一片漆黑，濃煙又不斷竄出，情勢相當危急。核三廠消防隊獲報後首先抵達火災現場，進行搜索、殘火處理與排煙。緊接著恆春消防分隊也加入支援救災，加強排煙工作，布置強力照明設備。最後完全排除濃煙，演練結束。整個演練過程環環相扣，氣氛緊張嚴肅，各演習人員動作相當熟練。

足見核三廠自從318全黑事件之後，確實極力加強消防、排煙，以及在最短時間內恢復電源的應變訓練。

環境偵測，控制演習進程

核能電廠發生緊急事故後，最重要的工作就是瞭解放射性物質是否外洩，影響到電廠人員甚至電廠附近居民的健康。因此環境輻射偵測的結果，將是預測事故發展、研判環境飲水與農作物污染狀況，以及評估民眾是否需要進行疏散、服用碘片等後續作業的重要依據。

本次演習特別針對核能電廠環境輻射劑量率偵測、空浮試樣總貝他與放射性碘活度計測，以及將偵測結果以無線電回報近場指揮中心的流程演練。以便後續各演習項目的順利推展。

只見取土樣、草樣、農作物樣本的工作人員拿著一個磅秤，一邊取樣一邊秤重，原來基本重量必須要在1公斤以上，才能萃取出足夠的樣本量，以便進行取樣分析工作。

碘片需要搶嗎？

在鄰里長領取碘片在至各家戶發放的過程中，環保人士突然衝出大喊：

「我要碘片！我要碘片！」

接著便搶走碘片，留下一臉錯愕的里



病患除污




由鄉長將碘片送至各家戶

長。環保團體希望藉此突顯出碘片為核子事故發生時的救命丸，要求原能會將碘片直接發放至居民家中。

以往碘片是存放在衛生所及醫院中，發生核子事故時，若近場指揮中心預估4天內受輻射曝露人員的甲狀腺可能會接受到250毫西弗以上劑量時，就會建議相關單位發放碘片。

碘片並不是維他命，也不能「沒病強身」。服用的目的是因為發生核子事故時若放射性碘外洩，將會侵入人員的甲狀腺內而造成危害。若在適當時間內服用碘片，即可占滿甲狀腺，發生阻塞功能，避免放射性碘進入人體內。

由於碘片是屬於處方用藥，有些人屬於碘過敏體質不可服用，甲狀腺機能亢進者（俗稱大脖子）更是禁用，因此一般人不需要時不可隨意服用。服用碘片後會也出現一些副作用，例如：皮膚疹、唾液腺腫大、金屬性味覺、嘴巴或喉嚨有燒灼感、牙齒和牙齦酸痛、感冒型症狀…等。由此可以理解，當初原能會為何不將碘片直接發放予民眾，實為避免民眾不必要的健康問題。

不過，原能會已經決定將於94年1月開始，緊急計畫區內每人發放2日份的碘片，由民眾自行保管。環保團體的訴求已經遂行，實不需以如此大動作來搶碘片。

核三廠與車諾比爾哪裡不一樣？

演習結束後的檢討會中，環保團體人士提出質疑：假如車諾比爾事故發生在台灣，現有的半徑5公里緊急應變計畫圈便不足以涵蓋災害範圍。原能會副主委蘇獻章表示，車諾比爾和核三廠的反應器型式、安全結構等完全不同，我國不會出現如此嚴重的核子事故。

這是因為車諾比爾電廠的反應器是以石墨為緩和劑，爐心內填滿可燃燒的石墨（也就是碳）。由於反應器操作人員違反安全規定，造成功率瞬間突增百倍，導致爐心熔毀，石墨劇烈燃燒而引發爆炸。車諾比爾電廠也無圍阻體的安全設計，事故發生之後，放射性物質直接逸入空氣中，毫無阻礙，甚至遠在北歐也偵測到輻射塵的蹤跡。

而核三廠是採用壓水式反應器，反應器內以輕水為緩和劑，爐心周圍都是水，會自動抑制反應度。外部更以厚達120公分的鋼筋混凝土構築成圍阻體。即使反應爐發生最嚴重的事故，放射性物質也不會影響到電廠半徑5公里以外的地區。

結語

今年的核安演習採用公開劇本的方式，驗收核三廠平時的應變訓練。有人批評照表操課、無危機處理的應變能力。根據本刊記者全程採訪的觀察，所有參與演習的人員在南台灣攝氏34度的酷暑之下無不全力以赴，使出訓練已久的看家本領。支援演習的國軍弟兄更因中暑而暈倒，儘管不是十全十美，但是追求核能安全的精神仍然值得鼓勵與肯定。若是要敷衍了事，需要耗費如此龐大的人力物力來進行嗎？



核子技術如何應用於煙霧偵檢器？

翁雅慧譯

許多家庭、辦公室及工廠安裝著煙霧偵檢器，其可自火焰或悶燒（無火焰）的空氣中偵測到燃燒的氣體，進而觸動警報，因此可避免火災的發生。

煙霧偵檢器有兩種不同的型式：光電偵檢器及游離偵檢器。

光電偵檢器

光電偵檢器包括一個小光源及一黑暗的光感測室。黑暗的光感測室中含有一光電池，可將光轉換爲小電流。在設計上使光源在平時不會觸及光電池。當煙霧粒子進入光感測室時，光會自煙霧顆粒的表面反射，觸及光電池，增加了光電池的電壓，此電壓的增加則會引發警報。

由於悶燒的火會產生大量的煙霧顆粒，因此在此情況下光電偵檢器反應會比游離偵檢器稍快。

游離偵檢器

游離偵檢器是使用少量的放射性物質以使光感測室內的空氣導電。當煙霧顆粒或燃燒氣體進入光感測室時，會干擾導電度，降低電流而觸動警報。

由於游離偵檢器可偵測到由開放火焰產生出的不可見的燃燒氣體，因此在此情況下反應會比光電偵檢器稍快。

哪一種型式的偵檢器較有效？

因爲火的性質及煙霧的色彩均會影響偵檢器的反應時間，但比較這兩種型式，其對逸出反應時間差異相當微小。所有的煙霧偵檢器都必須經過加拿大Underwriter實驗室的測試合格，並應貼上ULC的核可標籤。

由於游離偵檢器較光電偵檢器容易製作，因此價格較便宜，使用較廣泛。

煙霧偵檢器中使用何種放射性物質

一般在游離煙霧偵檢器中使用的輻射源是一小量的放射性金屬鋂241（^{241}Am），以「三明治」方式被兩片非放射性金屬緊緊地夾住，尺寸小於一個一角硬幣的一半。

煙霧偵檢器會發射出輻射嗎？

經核可的煙霧偵檢器在非常接近時有極低量的輻射，但仍較其他消費性產品（如彩色電視機）發射出的輻射低。消費者報告雜誌曾以輻射計檢驗游離煙霧偵檢器，即使距離再近，偵測者仍無法將其發射出的輻射與背景輻射分辨出來。估計由游離煙霧偵檢器接受到的平均年輻射劑量約爲自然背景輻射的萬分之一。

如何處理廢棄的游離輻射偵檢器

一份由輻射安全專家的國際研究指出，煙霧偵檢器如果以一般廢棄物處理，對一般大眾或是廢棄物處置人員並不構成健康或安全方面的威脅。因此對用過煙霧偵檢器的廢棄並不需要特別規定，將其包含於其他的家庭垃圾中處置是安全的。

（本文取材自Canada Nuclear Association, Nuclear Facts）



法國南部馬庫爾（Marcoule）核能設施附近的凡登（Verdon）河畔。（法國COGEMA公司提供）。